



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
pH, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN
UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK
KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

RIYO SRISANTOSO WARDOYO
NRP. 2413 031 046

Dosen Pembimbing
Detak Yan Pratama, ST, MSc

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TF 145565

**MONITORING SYSTEM DESIGN
OPTIMIZATION OF pH, TEMPERATURE AND
HUMIDITY FOR COMPOST FERTILIZER ON
FERTILIZER MAKER**

RIYO SRISANTOSO WARDOYO
NRP. 2413 031 046

Supervisor
Detak Yan Pratama, ST, MSc

DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
pH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN UNTUK
OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS
PADA FERTILIZER MAKER
TUGAS AKHIR
Oleh :**

**Riyo Srisantoso Wardoyo
NRP. 2413 031 046**

Surabaya, 27 Juni

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



**Detak Yan Pratama, ST, MSc
NIP. 19840101 201212 1 002**

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI - ITS**



**Agus Muhamad Hatta, ST/MSi, Ph.D
NIP. 19780902 200312 1 002**

**Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr.Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
pH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN UNTUK
OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS
PADA FERTILIZER MAKER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Riyo Srisantoso Wardoyo
NRP. 2413 031 046

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc..... (Pembimbing)
2. Dr. Ir. Purwadi Agus D., M.Sc..... (Ketua Penguji)
3. Ir. Harsono Hadi, M.Sc., Ph.D..... (Penguji I)
4. Ir. Rockmono MT..... (Penguji II)
5. Ariel A ST, MT..... (Penguji III)
6. Murry Raditya ST, MT..... (Penguji IV)

**SURABAYA
JULI 2015**

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING pH, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA FERTILIZER MAKER

Nama Mahasiswa : Riyo Srisantoso Wardoyo
NRP : 2413 031 046
Program Studi : D3-Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Detak Yan Pratama, ST, MSc

Abstrak

Sistem monitoring pada pembuatan pupuk sangat dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang maksimal terutama untuk petanian dan perkebunan walaupun itu hanya untuk hobi ataupun produksi. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan adalah temperatur dan kelembaban. Fertilizer maker adalah merupakan salah satu alat yang dibuat untuk proses produksi pupuk yang dilengkapi dengan proses pemanasan dan pengaturan kelembaban pupuk.. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu perancangan alat untuk mengetahui temperatur dan kelembaban pada alat fertilizer maker. Pada penelitian yang sudah dilakukan, perancangan sistem monitoring temperatur dan kelembaban dilakukan dengan menggunakan sensor YL-69, thermocouple, arduino uno, display LCD dan akuisisi data dengan menggunakan software visual basic 2015 yang sudah terkoneksi database MySQL. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan bahwa pada pH didapatkan nilai ketidakpastian sebesar 0.591, temperatur didapatkan nilai ketidakpastian $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dan untuk pengukuran kelembaban didapatkan nilai ketidakpastian $\pm 2,690\%$. Ketidakpastian pengukuran tersebut didapatkan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%. Dari data hasil monitoring, didapatkan kesimpulan bahwa Fertilizer maker dapat menyediakan kedua aspek, yaitu temperatur dan kelembaban sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci: Fertilizer maker, Temperatur, Kelembaban, pH

MONITORING SYSTEM DESIGN OPTIMIZATION OF pH, TEMPERATURE AND HUMIDITY FOR COMPOST FERTILIZER ON FERTILIZER MAKER

Name of Student : Riyo Srisantoso Wardoyo
NRP : 2413031046
Department : D3 Metrology and Instrumentation,
 Engineering physics, FTI - ITS
Advisor : Detak Yan Pratama, ST, MSc

Abstract

The monitoring system in the manufacture of fertilizers are needed to obtain maximum results, especially for agricultural and plantation even if just for a hobby or production. Several aspects need to be considered are temperature and humidity. Fertilizer maker is one tool created for fertilizer production process which is equipped with heating and humidity settings fertilizer. Therefore, we need a design tool to determine the temperature and humidity on the appliance fertilizer maker. In studies that have been done, the system design temperature and humidity monitoring is done by using the YL-69 sensors, thermocouple, arduino mega 2560, LCD display and data acquisition software with menggunakan Visual Basic 2015 that are connected MySQL database. Based on test results, it was found that the temperature uncertainty values obtained $\pm 22.068^{\circ}\text{C}$ and for the humidity measurement uncertainty values obtained $\pm 0.383\%$. The measurement uncertainty obtained using a 95% confidence level. From the monitoring records, it was concluded that the Fertilizer maker can provide both aspects, namely the temperature and humidity in accordance with the applicable standards..

Keywords: Fertilizer maker, Temperature, Humidity, pH

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING pH, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA *FERTILIZER MAKER*”**. Penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS dan Bapak Dr. Ir Purwadi Agus Darwaito, Msc. selaku dosen wali penulis yang telah sabar memberikan dukungan, bimbingan, serta ilmu yang sangat bermanfaat.
2. Bapak Detak Yan Pratama, ST, MSc selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
4. Seluruh Staf Jurusan Teknik Fisika yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
5. Ibu tercinta Sundari, ayah tersayang Bagus Sriwardoyo (Alm), Rizky S Wardoyo dan seluruh keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan do'a kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir Tim Fertilizer maker #TW114 (Aris, Eky aka “Beng” dan Ines), Teman-teman D3-Metrologi dan Instrumentasi lainnya serta teman-teman angkatan F48 yang selalu memotivasi penulis

7. Teman–teman Sahabat JMMII (Jama’ah Micro Metrologi Instrumentasi ITS), WS (Workshop Instrumentasi) dan Labkom e205 yang telah membantu terselesaikannya alat dan laporan ini
8. Teman-teman alumni CyberTwenty GN1 SMA Negeri 20 Surabaya
9. Serta calon istri yang telah ditetapkan di lauful mahfudz yang senantiasa menjadi penyemangat dalam beribadah khususnya mengerjakan tugas akhir

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, 27 Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI|

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Pupuk Organik | 3 |
| 2.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pembuatan Pupuk Organik | 3 |
| 2.3 Sifat Dan Karakteristik Pupuk Organik | 7 |
| 2.4 Temperatur (Suhu) | 8 |
| 2.5 Kelembaban | 8 |
| 2.8 pH | 9 |
| 2.9 Sistem Pengukuran | 10 |
| 2.10 Analisis Ketidakpastian | 11 |
| 2.11 Sensor Termokopel | 15 |
| 2.12 Sensor pH | 16 |
| 2.13 Sensor Soil Moisture | 18 |
| BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT | 19 |
| 3.1 Diagram Alir (Flowchart) | 19 |
| 3.2 Keterangan Flowchart | 20 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1 Analisis Data | 29 |
| 4.2 Pembahasan | 42 |
| BAB V PENUTUP | 45 |
| 5.1 Kesimpulan | 45 |
| 5.2 Saran | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Saturasi Tekanan Uap Air Terhadap | 8 |
| Gambar.2.2 Blok diagram sistem pengukuran | 11 |
| Gambar 2.3 Persimpangan junction pada Thermocouple | 16 |
| Gambar 2.4 Sensor pH | 17 |
| Gambar 2.5 Sensor Kelembaban Tanah | 18 |
| Gambar 3.1 Flowchart Tugas Akhir | 20 |
| Gambar.3.2. Diagram Blok Alat Ukur Temperatur dan Kelembaban | 21 |
| Gambar 3.3. Rangkaian Modul Sensor YL-69 | 22 |
| Gambar 3.4. Rangkaian Modul Sensor MAX32 | 23 |
| Gambar 3.5. Desain Alat | 24 |
| Gambar 3.6. Software arduino 1.6.4 | 25 |
| Gambar 3.7. Desain Software Monitoring Dengan VB.Net | 27 |
| Gambar 3.8. Desain Software Monitoring Dengan VB.Net | 27 |
| Gambar.4.1. Penempatan Alat Ukur pH, Suhu Dan Kelembaban Pada Tabung Fertilizer Maker | 29 |
| Gambar 4.2. Grafik Pembacaan Alat dengan pH Buffer | 39 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Kandungan Pupuk Organik | 4 |
| Tabel 4.1. Kalibrasi pemeriksaan skala | 30 |
| Tabel 4.2. Perhitungan Untuk Nilai UA1 | 31 |
| Tabel 4.3. Perhitungan Untuk Nilai UA2 | 32 |
| Tabel 4.4. Kalibrasi Pemeriksaan Skala | 35 |
| Tabel 4.5. Perhitungan Untuk Nilai UA1 | 36 |
| Tabel 4.6. Perhitungan Untuk Nilai UA2 | 37 |
| Tabel 4.7. Data Pengujian Alat ukur pH | 38 |
| Tabel 4.8. Data Validasi | 40 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pupuk sangat dibutuhkan oleh banyak orang untuk menambah unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Anjuran penggunaan pupuk ataupun bahan lain yang sifatnya organik dimaksudkan untuk mengurangi masalah yang sekarang timbul akibat dipakainya bahan-bahan kimia yang telah terbukti merusak tanah dan lingkungan. Seperti penggunaan pupuk kimia yang akan berakibat merusak keseimbangan unsur hara dalam tanah dan dapat menurunkan kualitas tanah. Oleh karena itu diperlukan pupuk organik untuk membantu upaya pemulihan kesuburan tanah. Pada pembuatan pupuk organik, bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang berperan penting dalam pembuatannya. Bakteri digunakan sebagai akselerator pembusukan bahan kompos serta penghasil nutrisi baik yang bermanfaat bagi tumbuhan. Saat ini telah ditemukan

Salah satu tantangan yang paling sering kita hadapi dalam bercocok-tanam atau berkebun baik secara tradisional maupun hidroponik adalah menangani permasalahan tanaman yang disebabkan karena faktor kekurangan nutrisi baik nutrisi makro seperti N, P, K maupun kekurangan nutrisi mikro seperti Ca, Fe, Mn, dan lainnya. Gejala kekurangan nutrisi pada tanaman mudah terlihat terutama dari perubahan warna dan terkadang dari pertumbuhan serta bentuk daun muda. Terdapat satu faktor sangat penting yang jarang sekali disebut, diabaikan dan tidak pernah diperhitungkan dalam menangani permasalahan kekurangan nutrisi tersebut, yaitu kandungan nutrisi. Maka diperlukan pengukuran dan *monitoring* untuk dapat menjaga pH, kelembaban dan suhu pada alat *fertilizer maker*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu

1. :Bagaimana merancang alat untuk monitoring pH, kelembaban beserta suhu pada *fertilizer maker*?
2. Bagaimana prosedur dan metode pengukuran pada alat *fertilizer maker* ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Merancang alat untuk dan monitoring pH, kelembaban beserta suhu pada *fertilizer maker*
2. Memahami prosedur dan metode pengukuran kelembaban beserta suhu pada *fertilizer maker*.

1.4 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan masalah agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan masalah dari sistem yang dirancang ini adalah sebagai berikut :

1. Bakteri yang digunakan adalah EM4
2. Sampah organik yang digunakan adalah daun kering
3. Sensor pH yang digunakan adalah sensor elektroda kaca

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang dibuat dari bahan-bahan organik melalui proses pengomposan.

Terdapat dua macam tipe pupuk organik yang dibuat melalui proses pengomposan. Pertama adalah pupuk organik yang dibuat dengan cara melarutkan pupuk organik yang telah jadi atau setengah jadi ke dalam air. Jenis pupuk yang dilarutkan bisa berupa pupuk hijau, pupuk kandang, pupuk kompos atau campuran semuanya. Dalam bahasa lebih mudah, kira-kira seperti teh yang dicelupkan ke dalam air lalu airnya dijadikan pupuk. Kedua adalah pupuk organik yang dibuat dari bahan-bahan organik yang difermentasikan dalam kondisi anaerob dengan bantuan organisme hidup. Bahan bakunya dari material organik yang belum terkomposkan. Unsur hara yang terkandung dalam larutan pupuk tipe ini benar-benar berbentuk padatan. Jadi larutannya lebih stabil. Bila dibiarkan tidak mengendap. Oleh karena itu, sifat dan karakteristiknya pun berbeda dengan pupuk yang dibuat dari pupuk padat yang dilarutkan ke dalam air. (Melati, 2014)

2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pembuatan Pupuk Organik

Pembuatan pupuk organik dipengaruhi oleh beberapa faktor :

- Nilai C/N Bahan

C/N berfungsi untuk meningkatkan kesuburan pada tanah. Penambahan bahan organik dengan nisbah C/N tinggi mengakibatkan tanah mengalami perubahan imbalanced C/N dengan cepat, karena mikroorganisme tanah menyerang sisa

pertanaman. C/N juga berfungsi untuk menyeimbangkan ketersediaan nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Apabila bahan organik yang diberikan ke tanah mempunyai nisbah C/N tinggi, maka mikroorganisme tanah dan tanaman akan berkompetisi memanfaatkan nitrogen dan tanaman selalu kalah disamping karbohidrat yang dijadikan sebagai sumber energi dan pertumbuhan mikroba, ternyata juga dibutuhkan N dan P. Bahan-bahan yang terakhir ini diasimilir menjadi bahan tubuhnya. Dengan jalan ini protein tumbuhan dialihkan menjadi protein mikroba.

Rasio C/N yang efektif untuk proses pembuatan pupuk berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Pada rasio C/N di antara 30 hingga 40, mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi lambat. Selama proses itu, rasio C/N akan terus menurun. Pupuk yang langsung dapat digunakan memiliki rasio C/N nya kurang dari 20.

Perbandingan dari C/N pupuk dapat diperhitungkan dari berbagai senyawa yang menyusun unsur hara tanah. Unsur har tanah rata-rata mengandung bahan-bahan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kandungan Pupuk Organik

| Bahan | Komposisi | Kandungan C |
|------------------------|------------------|--------------------|
| Lignin | 45% | 28.80% |
| Protein | 35% | 17.50% |
| Karbohidrat | 11% | 4.84% |
| Lemak, Damar dan Lilin | 3% | 2.10% |
| Tidak diketahui | 6% | 3.00% |
| TOTAL | 100% | 56.24% |

Total kandungan karbon dalam unsur hara tanah adalah 56.24 persen. Sementara itu Kadar N dalam protein adalah 16 persen, sedangkan unsur hara mengandung 35 persen protein, jadi kadar N dalam unsur hara adalah $35 \times 0.16 = 5.6$ persen. Oleh karena itu hasil bagi C/N rata-rata adalah $56.24 / 5.6 = 10.04$ persen. Hubungan C dan N ini di dalam unsur hara berada dalam keadaan hampir konstan, berada pada nilai antara 10 sampai 12. Oleh karena itulah nilai C/N ratio 10 - 12 ini dapat dianggap sebagai acuan dalam pembuatan pupuk. Dari hasil penelitian dan uji coba pembuatan pupuk, telah diketahui bahwa untuk mendapatkan C/N ratio 10 – 12, maka diperlukan campuran bahan baku dengan C/N ratio 30.

- Kandungan NPK

Pupuk yang sudah matang memiliki kandungan hara kurang lebih: 1,69% N, 0,34% P_2O_5 , dan 2,81% K. dengan kata lain, dalam seratus liter pupuk setara dengan 1,69 liter urea, 0,34 liter SP-36, dan 2,81 liter KCl.

Nitrogen (N) berperan penting dalam merangsang pertumbuhan vegetatif dari tanaman. Selain itu N merupakan penyusun plasma sel dan berperan penting dalam pembentukan protein.

Fosfor (P) adalah unsur hara makro kedua setelah nitrogen yang banyak dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya dan diserap tanaman dalam bentuk ion. Sumber utama fosfor di dalam tanah berasal dari pelapukan mineral-mineral yang mengandung fosfat.

Kalium (K) adalah unsur hara makro yang banyak dibutuhkan tanaman, dan diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Di dalam tubuh tanaman kalium bukanlah sebagai penyusun jaringan tanaman, tetapi lebih banyak berperan dalam proses metabolisme tanaman seperti mengaktifkan kerja enzim, membuka dan menutup stomata, transportasi

hasil-hasil fotosintesis, dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit tanaman.

- Ukuran bahan

Bahan yang berukuran lebih kecil akan lebih cepat proses pengomposan pupuknya karena semakin luas bahan yang tersentuh bakteri.

- Komposisi bahan

Pembuatan pupuk dari beberapa macam bahan akan lebih baik dan lebih cepat. Pembuatan pupuk bahan organik dari tanaman akan lebih cepat bila ditambah dengan kotoran hewan.

- Jumlah mikroorganisme

Dengan semakin banyaknya jumlah mikroorganisme maka proses pembuatan pupuk diharapkan akan semakin cepat. Dari sekian banyak mikroorganisme ada lima golongan yang pokok yaitu, bakteri fotosintesis, *lactobasilius sp*, *aspergillus sp*, ragi (*yeast*), dan *actinomyces*.

- Kelembapan

Umumnya mikroorganisme tersebut dapat bekerja dengan kelembapan sekitar 40-60 %. Kondisi tersebut perlu dijaga agar mikroorganisme dapat bekerja secara optimal. Kelembapan yang lebih rendah atau lebih tinggi akan menyebabkan mikroorganisme tidak berkembang atau mati.

- Suhu

Faktor suhu sangat berpengaruh terhadap proses pembuatan pupuk karena berhubungan dengan jenis mikroorganisme yang terlibat. Suhu optimum untuk pembuatan pupuk adalah 40-60 °C. Bila suhu terlalu tinggi mikroorganisme akan mati. Bila suhu relatif rendah mikroorganisme belum dapat bekerja atau dalam keadaan dorman.

- Keasaman (pH)

Jika bahan yang dikomposkan terlalu asam, pH dapat dinaikkan dengan cara menambahkan kapur. Sebaliknya, jika nilai pH tinggi (basa) bisa diturunkan dengan menambahkan bahan yang bereaksi asam (mengandung nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan. ^[1]

2.3 Sifat Dan Karakteristik Pupuk Organik

Pupuk organik tidak bisa dijadikan pupuk utama dalam bercocok tanam. Sebaiknya gunakan pupuk organik padat sebagai pupuk utama/dasar. Pupuk organik padat akan tersimpan lebih lama dalam media tanam dan bisa menyediakan hara untuk jangka yang panjang. Sedangkan, nutrisi yang ada pada pupuk lebih rentan terbawa erosi. Namun di sisi lain, lebih mudah dicerna oleh tanaman.

Jenis pupuk lebih efektif dan efisien jika diaplikasikan pada daun, bunga dan batang dibanding pada media tanam (kecuali pada metode hidroponik). Pupuk organik bisa berfungsi sebagai perangsang tumbuh. Terutama saat tanaman mulai bertunas atau saat perubahan dari fase vegetatif ke generatif untuk merangsang pertumbuhan buah dan biji. Daun dan batang bisa menyerap secara langsung pupuk yang diberikan melalui stomata atau pori-pori yang ada pada permukaannya.

Setiap tanaman mempunyai kapasitas dalam menyerap nutrisi sebagai makanannya. Secara teoritik, tanaman hanya sanggup menyerap unsur hara yang tersedia dalam tanah tidak lebih dari 2% per hari. Pada daun, meskipun kami belum menemukan angka persisnya, bisa diperkirakan jumlahnya tidak lebih dari 2%. Oleh karena itu pemberian pupuk organik pada daun harus diencerkan terlebih dahulu.

Karena sifatnya sebagai pupuk tambahan, pupuk organik sebaiknya kaya akan unsur hara mikro. Sementara unsur hara

makro dipenuhi oleh pupuk utama lewat tanah, pupuk organik harus memberikan unsur hara mikro yang lebih. Untuk mendapatkan kandungan hara mikro, bisa dipilah dari bahan baku pupuk. (Melati, 2014)

2.4 Temperatur (Suhu)

Suhu atau temperature merupakan suatu besaran yang menunjukkan derajat panas suatu benda. Dimana semakin tinggi energi atom-atom penyusun benda tersebut maka semakin tinggi pula suhunya. Suhu dapat dinyatakan dalam 4 macam besaran yaitu °Celcius, °Kelvin, °Fahnreheit dan °Reamur.

2.5 Kelembaban

Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Grafik tingkat kejenuhan tekanan uap air terhadap temperatur diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Saturasi Tekanan Uap Air Terhadap

Ada tiga macam kelembaban udara antara lain:

- **Kelembaban nisbi (*Relative Humidity*):**

$$RH(\%) = \frac{Puap}{Puap\ Air\ Jenuh} \times 100\% \text{ Kelembaban nisbi}$$

merupakan perbandingan antara massa uap air yang terkandung dalam satu satuan volume udara dengan massa uap air maksimum yang dapat dikandung pada suhu dan tekanan yang sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara tekanan uap air dengan tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama. Dimana satuan dari *Relative Humidity* dinyatakan dalam bentuk %.

- **Kelembaban spesifik:**

Kelembaban spesifik merupakan metode mengukur jumlah uap air di udara dengan rasio terhadap uap air di udara kering. Kelembaban spesifik dinyatakan dalam rasio kilogram uap air (m_w), per kilogram udara, (m_a).

- **Kelembaban mutlak:**

Kelembaban mutlak merupakan massa uap air yang terkandung dalam satu satuan udara yang dinyatakan dalam satuan gram/m^3 . Tentu saja bidang-bidang sains dan teknologi lainnya juga memakai meskipun dalam frekuensi yang lebih rendah.

2.8 pH

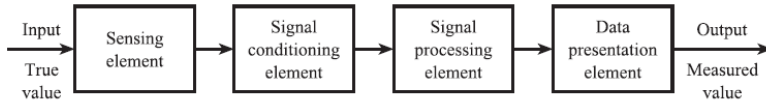
pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional.

Konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan Denmark Søren Peder Lauritz Sørensen pada tahun 1909. Tidaklah diketahui dengan pasti makna singkatan "p" pada "pH". Beberapa rujukan mengisyaratkan bahwa p berasal dari singkatan untuk power. (pangkat), yang lainnya merujuk kata bahasa Jerman Potenz (yang juga berarti pangkat), dan ada pula yang merujuk pada kata potential. Jens Norby mempublikasikan sebuah karya ilmiah pada tahun 2000 yang berargumen bahwa p adalah sebuah tetapan yang berarti "logaritma negatif".

Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu 25 °C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang daripada tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih daripada tujuh dikatakan bersifat basa atau alkali. Pengukuran pH sangatlah penting dalam bidang yang terkait dengan kehidupan atau industri pengolahan kimia seperti kimia, biologi, kedokteran, pertanian, ilmu pangan, rekayasa (keteknikan), dan oseanografi. Tentu saja bidang-bidang sains dan teknologi lainnya juga memakai meskipun dalam frekuensi yang lebih rendah.

2.9 Sistem Pengukuran

Secara umum, sistem pengukuran disusun atas beberapa tahap, dan tahapan tersebut dijelaskan dengan diagram blok. Diagram blok sistem pengukuran terdiri atas empat aspek utama, yaitu *sensing element*, *signal conditioning element*, *signal processing element* dan *data presentation element*. Berikut ini penjelasan dari diagram blok sistem pengukuran. (Bentley, 2005)



Gambar 2.2 Blok diagram sistem pengukuran (Bentley, 2005)

Berdasarkan blok diagram diatas, berikut merupakan penjelasan mengenai setiap komponen diagram blok tersebut :

- *Input* : besaran yang diukur sesuai nilai sebenarnya
- *Sensing element* / elemen penyensor : Suatu elemen yang berhubungan langsung dengan proses dan memberikan *output* sesuai variabel besaran yang terukur.
- *Signal conditioning element* / elemen pengondisian sinyal : elemen yang mendapat *input* dari *output* elemen penyensor yang nantinya dirubah menjadi bentuk yang dapat diolah oleh elemen pemrosesan sinyal.
- *Signal processing element* / elemen pemrosesan sinyal : elemen yang mendapat *input* dari *output* pengondisian sinyal yang kemudian dikonversi ke bentuk yang sesuai dengan sinyal elemen penampil agar data diproses ke data selanjutnya.
- *Data presentation element* / elemen penampil data : suatu elemen sebagai penampil hasil nilai pengukuran yang dapat dilihat atau dikenali oleh pengamat.

2.10 Analisis Ketidakpastian

Ketidakpastian adalah nilai ukur sebaran kelayakan yang dapat dihubungkan dengan nilai terukurnya. Dimana di dalam

nilai sebaran tersebut terdapat nilai rentang yang menunjukkan nilai sebenarnya.

- Klasifikasi ketidakpastian, antara lain :
 - **Tipe A** : nilai ketidakpastian yang dilihat dari analisis pengukuran statistik (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23).

$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ Di dalam tipe ini dilakukan pengukuran hingga n kali, dimana dari pengukuran tersebut akan mendapatkan nilai rata-rata, standar deviasi, dan data keterulangan. Dimana rumus umum ketidakpastian tipe A sebagai berikut :

(2.8)

(Ketidakpastian hasil pengukuran)

Dimana :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n - 1} \quad \sigma = \text{Standart deviasi koreksi}$$

n = Jumlah data

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (\text{Ketidakpastian regresi}) \quad (2.10)$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SR$ (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

$$Y_i \text{ (Nilai koreksi)} = t_i - x_i \quad (2.11)$$

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i) \quad (2.12)$$

$$a = \bar{y}_l + (b \times \bar{t}_l) \quad (2.13)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}; \quad (2.14)$$

Dimana :

t_i = Pembacaan standar

x_i = Pembacaan alat

y_i = Nilai koreksi

- **Tipe B** : nilai ketidakpastian yang tidak dilihat dari analisis pengukuran statistik (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23). Berikut merupakan rumus umum dari ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2}x \text{ Resolusi}}{\sqrt{3}} \quad (2.15)$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k} \quad (2.16)$$

Dimana :

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian dari alat standar/kalibrator

- **Ketidakpastian Baku Gabungan (Kombinasi)**

Ketidakpastian baku gabungan disimbolkan dengan U_c , dimana nilai ketidakpastian yang digunakan untuk mewakili nilai estimasi standar deviasi dari hasil pengukuran. Nilai ketidakpastian baku gabungan didapat dari menggabungkan nilai-nilai ketidakpastian baku dari setiap taksiran masukan (hukum propagasi ketidakpastian) (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23).

Berikut merupakan rumus umum ketidakpastian baku gabungan :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} \quad (2.17)$$

Dimana :

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran

U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator

- **Derajat Kebebasan Efektif**

Derajat kebebasan efektif ini berfungsi sebagai pemilihan faktor pengali untuk distribusi *Student's T* serta sebagai penunjuk perkiraan kehandalan ketidakpastian (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23). Derajat kebebasan disimbolkan dengan v , dengan rumus sebagai berikut :

$$V = n-1 \quad (2.18)$$

Dimana :

n = Jumlah data

Sedangkan untuk derajat kebebasan efektif merupakan estimasi dari derajat kebebasan ketidakpastian baku gabungan yang dirumuskan sebagai berikut (rumus *Welch-Setterthwaite*):

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / v_i} \quad (2.19)$$

Dimana :

V_{eff} = Derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian kombinasi

v_i = Derajat kebebasan dari komponen ketidakpastian ke- i

U_i = Hasil ketidakpastian tipe A dan B

Setelah ditentukan nilai derajat kebebasan efektif, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai faktor cakupan sesuai dengan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dimana faktor cakupan (k) didapat dari tabel *T-students*.

- **Ketidakpastian Diperluas, U_{exp}**

Ketidakpastian diperluas merupakan akhir nilai ketidakpastian dengan tingkat kepercayaan. Tingkat

kepercayaan tingkat keyakinan mengenai daerah nilai sebenarnya pada suatu pengukuran (LPF, 2013).

$$U_{\text{exp}} = k \times U_c \quad (2.20)$$

Dimana :

k = Faktor cakupan

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

2.11 Sensor Termokopel

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap goncangan/getaran dan mudah digunakan.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu. Untuk lebih jelas mengenai Prinsip Kerja Termokopel, dapat dilihat pada gambar

berikut

Termokopel (Thermocouple)



Gambar 2.3 Persimpangan junction pada Thermocouple

Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau $V_1 = V_2$. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau $V_1 - V_2$. Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$ pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti

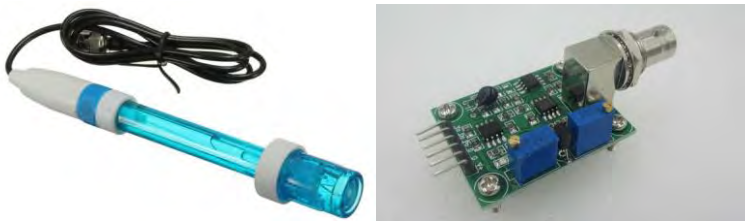
2.12 Sensor pH

Sensor pH adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (kadar keasaman atau alkalinitas) ataupun basa dari suatu larutan (meskipun probe khusus terkadang digunakan untuk mengukur pH zat semi padat). PH meter yang

biasa terdiri dari pengukuran probe pH (elektroda gelas) yang terhubung ke pengukuran pembacaan yang mengukur dan menampilkan pH yang terukur. Prinsip kerja dari alat ini yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka akan semakin bernilai asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi larutan elektrolit lemah. Alat ini ada yang digital dan juga analog. pH meter banyak digunakan dalam analisis kimia kuantitatif.

Probe pH mengukur pH seperti aktifitas ion-ion hidrogen yang mengelilingi bohlam kaca berdinding tipis pada ujungnya. Probe ini menghasilkan tegangan rendah (sekitar 0.06 volt per unit pH) yang diukur dan ditampilkan sebagai pembacaan nilai pH.

Rangkaian pengukurannya tidak lebih dari sebuah voltmeter yang menampilkan pengukuran dalam pH selain volt. Pengukuran Impedansi input harus sangat tinggi karena adanya resistansi tinggi (sekitar 20 hingga 1000 M Ω) pada probe elektroda yang biasa digunakan dengan pH meter. Rangkaian pH meter biasanya terdiri dari amplifier operasional yang memiliki konfigurasi pembalik, dengan total gain tegangan kurang lebih -17. Amplifier meng-konversi tegangan rendah yang dihasilkan oleh probe (+0.059 volt/pH) dalam unit pH, yang mana kemudian dibandingkan dengan tegangan referensi untuk memberikan hasil pembacaan pH.



Gambar 2.4 Sensor pH

2.13 Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu memantau kadar air atau kelembaban tanah. Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Probe ini soil moisture menghasilkan tegangan rendah (sekitar 0,074 volt setiap kenaikan 1% kelembaban tanah). Semakin tanah mengandung banyak air lebih mudah menghantarkan listrik (hambatan kecil), apabila tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (hambatan besar). (Anis Nismayanti)

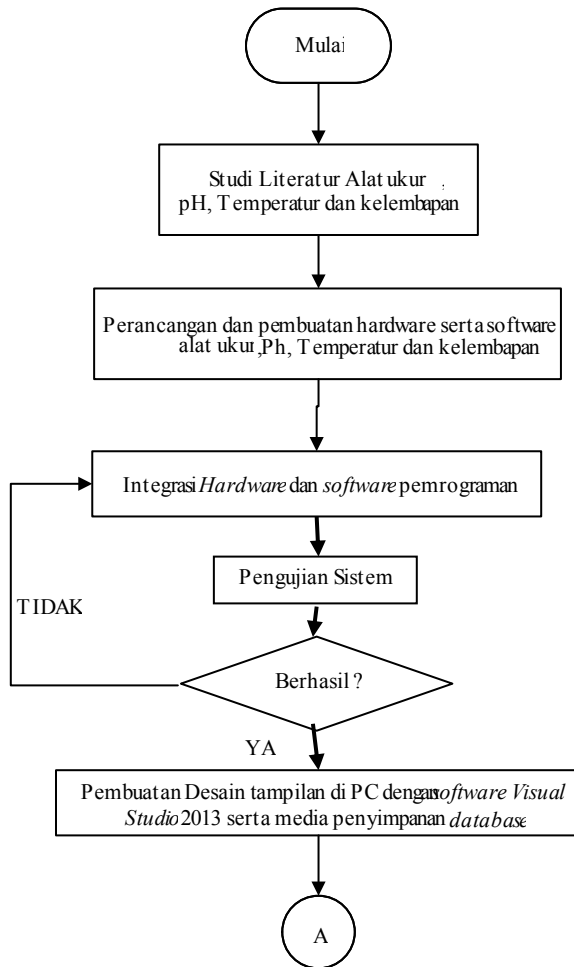


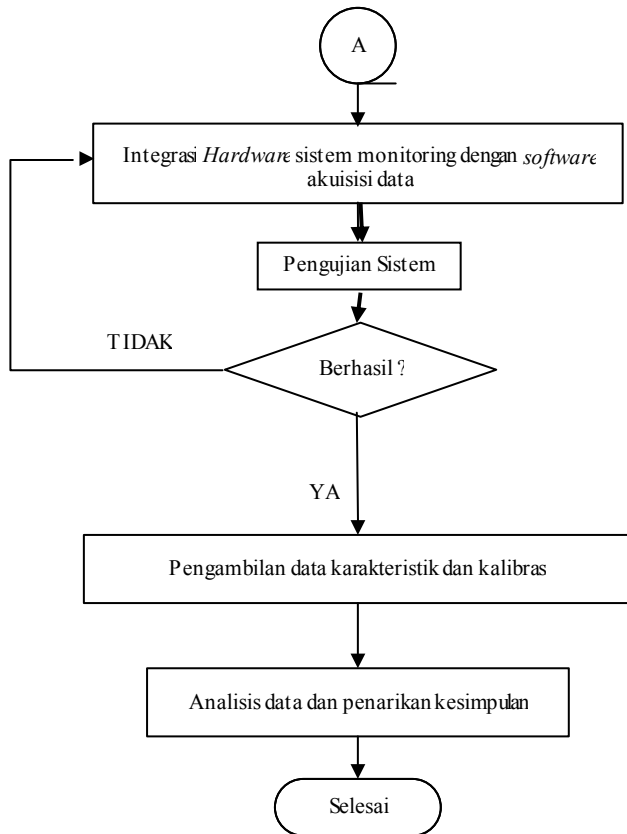
Gambar 2.5 Sensor Kelembaban Tanah

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir (Flowchart)

Tahapan penelitian Tugas Akhir ini, secara umum dapat digambarkan dalam *flowchart* seperti dibawah ini.





Gambar 3.1 Flowchart Tugas Akhir

3.2 Keterangan Flowchart

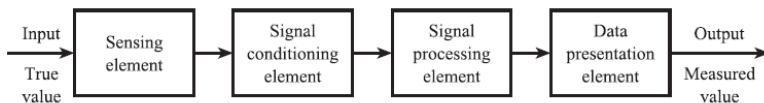
3.2.1 Studi Literatur Alat Ukur pH, Temperatur dan Kelembaban

Mempelajari literatur dari penelitian – penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai pembuatan alat ukur temperatur dan kelembaban serta proses monitoring dan akuisisi data. Selain belajar sistem pada perancangan alat

ukur, juga mencari literatur – literatur yang berkaitan dengan elemen-elemen yang digunakan dalam pembuatan alat ukur pH, temperatur dan kelembaban ini, misalnya *datasheet* sensor dan karakteristik mikrokontroller.

3.2.2 Perancangan dan Pembuatan *Hardware* serta *Software* Alat ukur pH, Temperature dan Kelembaban

Pada perancangan dan pembuatan *hardware* serta *software* terdapat beberapa tahap, yaitu pembuatan rangkaian sensor pH, Sensor YL-69 (kelembaban tanah) dan sensor *Termocouple*, kemudian masuk ke pemrograman mikrokontroller arduino untuk pengolahan data dari sensor. Pada perancangan sistem monitoring temperatur dan kelembaban ini terdapat diagram blok pengukuran. Berikut merupakan diagram blok sistem pengukuran secara umum.



Gambar 3.2 Diagram Blok Alat Ukur Temperatur dan Kelembaban

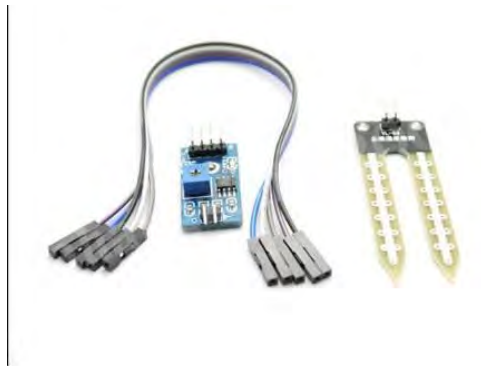
Diagram blok tersebut menjelaskan mengenai alur pengukuran yang dilakukan oleh sensor. Mulai dari input, sensor (*sensing element*), pengkondisian sinyal (*signal conditioning element*), pemrosesan sinyal (*signal processing element*), dan penampil data (*data presentation element*).

a. Perancangan dan Pembuatan Alat (*Hardware*)

Alat ukur pH, temperatur dan kelembaban ini menggunakan tiga sensor sekaligus, yaitu sensor pH, sensor YL-69 dan *Termocouple*. YL-69 berfungsi sebagai sensor

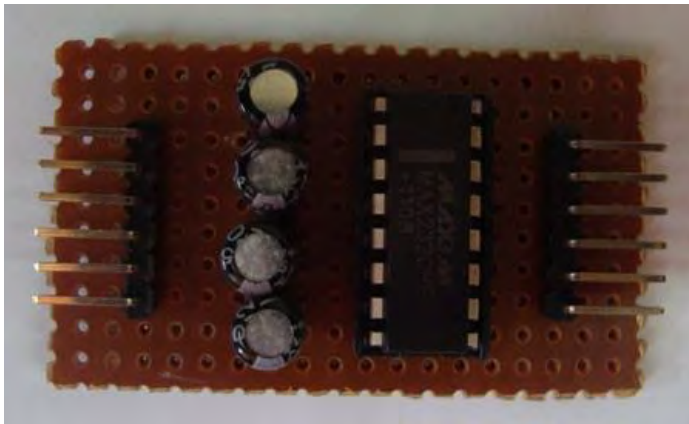
untuk mengukur temperatur dan kelembaban relatif (RH), sedangkan *termocouple* berfungsi sebagai sensor untuk mengukur suhu. Pada diagram blok pengukuran diatas, kedua sensor tersebut termasuk bagian *sensing element*.

Pengukuran pH dan kelembaban dilakukan oleh sensor YL-69 dan sensor pH. Sensor YL-69 dirangkai pada sebuah modul sensor, yang nantinya *output* dari sensor YL-69 dan sensor pH sudah merupakan *analog output*. Setelah mendapatkan keluaran digital output, maka tahap selanjutnya adalah pemrosesan sinyal. Pemrosesan sinyal dilakukan oleh mikrokontroller arduino mega 2560. Sinyal digital yang diterima adalah berupa bilangan digital dimana bilangan digital tersebut menunjukkan pengukuran temperatur dan kelembaban. Maka, agar dapat ditampilkan dalam angka, sinyal tersebut diolah di arduino mega2560. Setelah diolah, untuk penampilan data digunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) serta *interfacing* pada visual studio 2015.



Gambar 3.3 Rangkaian Modul Sensor YL-69

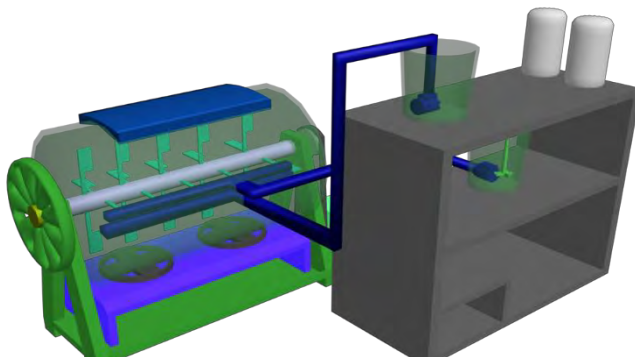
Sedangkan untuk pengukuran suhu digunakan sensor *termocouple* untuk *element sensing*. Output dari sensor *termocouple* merupakan tegangan. Sensor *termocouple* akan bereaksi ketika disekitar sensor terdapat medan magnet. Tegangan keluarannya sekitar 5 volt. Dikarenakan kebutuhan inputan untuk mikrokontroller arduino uno adalah *digital output*, maka diberikan *signal conditioning* berupa rangkaian *comparator*. Rangkaian *comparator* berfungsi untuk membandingkan tegangan inputan dan tegangan referensi, tujuannya adalah mendapatkan *digital output*, yaitu 0 volt (*low signal*) atau 5 volt (*high signal*). Saat keadaan sensor tidak terkena medan magnet, maka keluaran sebesar 5 volt, dan ketika terkena medan magnet, outputan berubah menjadi 0 volt.



Gambar 3.4 Rangkaian Modul Sensor MAX232

Setelah *sensing element* dan *signal conditioning*, tahap selanjutnya adalah masuk ke *signal processing*. *Signal processing* dilakukan oleh mikrokontroller arduino mega

2560. *Signal processing* bekerja dengan koding program IDE Arduino fitur *intterupt*. Fitur *intterrupt* merupakan penggabungan dua proses, yaitu proses utama, dan proses penyelaan program sampingan. Program utama pada koding berfungsi sebagai penghitung pH. Perhitungan dilakukan dengan cara perkalian antara pulsa yang disensing oleh *sensor* dengan waktu per menit (60 detik). Hasil data dari pemrosesan sinyal akan ditampilkan oleh LCD (*Liquid Crystal Display*).




Gambar 3.5 Desain Alat

Untuk merangkai ketiga sensor tersebut dengan arduino, dibutuhkan hardware tambahan, yaitu sebuah *shield arduino*. Shield arduino merupakan komponen tambahan yang diperlukan. Dalam pembuatannya, skematik komponen dibuat pada *software eagle*.

b. Perancangan dan Pembuatan Alat (*Software*)

Perancangan *software* pada tahap ini merupakan siklus gabungan untuk rangkaian pemrosesan sinyal. Rangkaian pemrosesan sinyal pada alat ini menggunakan arduino uno. Untuk membuat program pada arduino uno, dibutuhkan

software arduino 1.6.4. Pada program ini, akan diberikan koding untuk mengolah sinyal masukan. Sinyal masukan dari kedua *sensing element*, sudah merupakan sinyal digital. Jadi, pada *programming* arduino digunakan fitur *read digital*.



```
sketch_may30a

int ph_pin = A5; //This is the pin number connected to Po

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int measure = analogRead(ph_pin);

  double voltage = 5 / 1024.0 * measure; //classic digital to volt

  // PH_step = (voltage@PH7 - voltage@PH4) / (PH7 - PH4)
  // PH_probe = PH7 - ((voltage@PH7 - voltage@probe) / PH_step)
  float Po = 9.1 + ((2.5 - voltage) / 0.18);
  Serial.print("\tPH: ");
  Serial.print(Po, 3);

  Serial.println("");
  delay(1000);
}
```

Gambar 3.6 Software arduino 1.6.4

3.2.3 Integrasi *Hardware* dan *Software* Pemrograman

Ketika *coding* program sudah jadi maka dilakukan pengintegrasian antara *hardware* dengan *software*. Didalam *software* dilakukan penyamaan *Port Personal Computer (PC)*

yang digunakan untuk melakukan proses *uploading* program yang ada ke mikro *chip* Arduino Mega 2560.

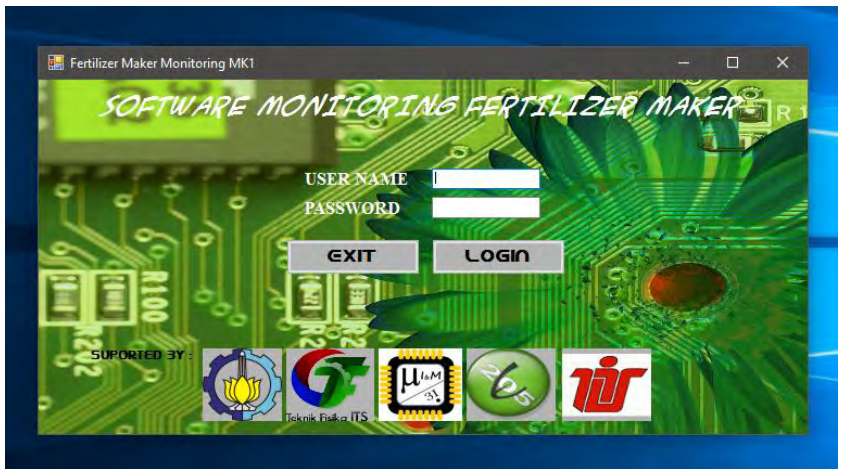
Penyesuaian *interface* antara *software* arduino dan *hardware* arduino dapat dikonfigurasi melalui fitur COM. Jika sudah berhasil, maka hasil program dapat dilihat pada LCD ataupun dari *serial monitor software* Arduino.

3.2.4 Pengujian Sistem Pengukuran

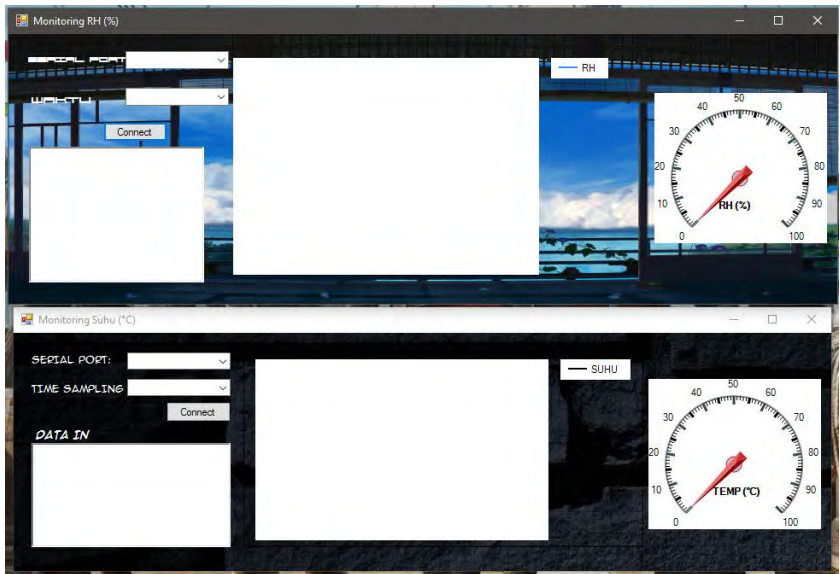
Pengujian sistem pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui sudah berjalankah atau belum hasil *uploading* program dari *software arduino* ke *hardware* arduino. Masing – masing dari *sensing element* dicoba untuk mengukur. Jika dari masing – masing *sensing element* masih belum dapat menampilkan data, maka proses pemrograman dan integrasi *software* serta *hardware* perlu diulang.

3.2.5 Pembuatan Desain Tampilan Di PC Dengan *Software Visual Studio 2015* Serta Media Penyimpan *Database*

Setelah dilakukan pengintegrasian *software programming* dan *hardware*, maka dilakukan pembuatan tampilan pada (*Personal Computer*) PC serta penyimpanan data secara *real time*. Pembuatan tampilan ini menggunakan *software* visual studio 2008. Pada dasarnya, visual stuido ini digunakan untuk membuat *sotfware* akuisisi data untuk sistem monitoring pH, temperatur dan kelembaban. Data yang akan ditampilkan secara *real time* adalah data pengukuran temperatur dan kelembapan relatif. Desain yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Desain Software Monitoring Dengan VB.Net (1)



Gambar 3.8 Desain Software Monitoring Dengan VB.Net (2)

3.2.6 Integrasi *Hardware* Sistem Monitoring dan akuisisi data

Setelah dibuat *listing program* di *Visual Basic.NET* kemudian dilakukan penghubungan antara program *Visual Basic.NET* dengan *hardware* sistem monitoring yang telah dibuat sebelumnya.

3.2.7 Pengambilan Data Karakteristik dan Kalibrasi

Dalam tahap ini merupakan melihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem monitoring yang telah dibuat. Dimana dengan keterangan data tersebut dapat dilihat bagus atau tidaknya performansi karakter sistem monitoring ini. Pada karakteristik statik alat yang dicari yaitu nilai *range*, *span*, *resolusi*, *sensitivitas*, *linieritas*, *hysteresis*, serta prosentase akurasi. Sedangkan untuk data kalibrasi digunakan untuk

mencari nilai ketidakpastian dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat ini.

3.2.8 Analisis Data dan Penarikan Kesimpulan

Kemudian ditahap terakhir terdapat analisis data yang dihasilkan dari pembuatan sistem monitoring pH, temperatur dan kelembaban, dilakukan penarikan kesimpulan dari semua elemen yang mempengaruhi data tersebut

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Hasil Rancang Bangun

Penempatan masing – masing alat ukur terbagi menjadi tiga bagian, yaitu pada dasar tabung yaitu sensor kelembaban tanah dan suhu dan pada sis tabung untuk mengukur suhu dan kelembaban pupuk



Gambar 4.1.Penempatan Alat Ukur pH, Suhu Dan Kelembaban Pada Tabung Fertilizer Maker

Gambar 4.1 merupakan pemasangan alat ukur temperatur dan kelembaban pada tabung *Fertilizer maker* menggunakan tambahan sambungan ulir luar pipa PVC.

4.1.2 Rancang Bangun Pengukuran Temperatur

Kalibrasi sangat dibutuhkan karena setiap sensor mempunyai spesifikasi yang berbeda dan hal ini mempengaruhi hasil pembacaan. Tujuan kalibrasi agar mengetahui nilai penyimpangan hasil pembacaan antara sensor yang digunakan dengan alat ukur standart. Pada pengujian kalibrasi sensor ini menggunakan alat ukur thermometer digital. Hasil pengujian ini merupakan kalibrasi dari sensor *thermocouple* dengan alat ukur *thermometer digital*. Adapun perhitungan kalibrasi pada sensor dimulai dari mencari span sebagai berikut:

Span = nilai maximum – nilai minimum

Span = 100 % – 0%

Span = 100 %

Setelah mendapatkan hasil dari span(*range*) yaitu 100 %, kemudian mencari nilai akurasi dan presisi dari sensor. Kemudian dilakukan perhitungan kalibrasi dengan metode pemeriksaan skala.

Tabel 4.1 Kalibrasi pemeriksaan skala

| No. | Pembacaan Alat | Pembacaan Standart | Koreksi |
|--------------------------|----------------|--------------------|---------|
| 1 | 35.00 | 32 | -3 |
| 2 | 35.50 | 32 | -3.5 |
| 3 | 35.25 | 32 | -3.25 |
| 4 | 35.25 | 32 | -3.25 |
| 5 | 35.50 | 32 | -3.5 |
| Jumlah | 176.50 | 160 | -16.5 |
| Rata-rata | 35.30 | 32.00 | -3.3 |
| Standart Deviasi Koreksi | | | 0.21 |
| Ua1 = | | | 0.09 |
| Nilai Minimum Koreksi = | | | -3.5 |
| Nilai Maksimum Koreksi = | | | -3 |

Kemudian dilakukan kalibrasi dengan metode pembacaan berulang yang mana dengan mengambil 10x pembacaan pada setiap titik pembacaan standart. Dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari nilai UA_1 (Ketidakpastian Pengukuran), UA_2 (Ketidakpastian Regresi), UB_1 (Ketidakpastian Resolusi), U_c (Ketidakpastian Cakupan), dan U_{expan} (Ketidakpastian diperluas). Selanjutnya dapat diketahui kelayakan pakai dari sensor dengan membandingkan nilai U_{expan} dengan range kelayakan pakai sebuah alat ukur yaitu tidak kurang dari 2% pembacaan maksimum dan tidak lebih dari 5% pembacaan maksimum.

Tabel 4.2 Perhitungan Untuk Nilai UA_1

| No. | Pembacaan Standart (t) | Pembacaan Alat | | | | | | | | | | Rata-Rata Pemb. Alat | Koreksi (y) |
|--------|------------------------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1 | 28.4 | 32.25 | 32.5 | 32 | 32.25 | 32.25 | 32.25 | 32.25 | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 32.24 | -3.84 |
| 2 | 32 | 35 | 35.5 | 35.25 | 32.25 | 35.5 | 35 | 34.75 | 34.75 | 34.75 | 34.75 | 34.75 | -2.75 |
| 3 | 27.2 | 30.25 | 30.5 | 30.75 | 30.5 | 30.25 | 29.75 | 30 | 30.25 | 30.5 | 30.75 | 30.35 | -3.15 |
| Jumlah | | | | | | | | | | | | 97.34 | -9.74 |

Dilakukan pencarian nilai ketidakpastian (UA_1) dengan mencari nilai standar deviasi terlebih dahulu dengan rumus :

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{yi - yi^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{25.08}{2}} = 3.541$$

$$UA_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3.541}{\sqrt{3}} = 2.05$$

Dimana :

σ = Standar Deviasi

n = banyak data

UA_1 = Ketidakpastian pengukuran

Derajat Kebebasan (V) = $n-1$

Derajat Kebebasan (V) = $3-1$

$$\text{Derajat Kebebasan (V)} = 2$$

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai UA_2 . Untuk mencari nilai UA_2 membutuhkan nilai Y_{reg} dan nilai SSR. Mencari nilai Y_{reg} terlebih dahulu dilakukan pencarian nilai a dan b. Tabel berikut merupakan data untuk mencari nilai ketidakpastian pendekatan regresi atau UA_2 .

Tabel 4.3 Perhitungan Untuk Nilai UA_2

| ti^2 | $ti*y_i$ | Y_{reg} | Residu (R) | SSR | y^2 (Kuadrat) |
|--------|----------|-----------|------------|-------|-----------------|
| 1253.1 | -100.53 | -9.56 | 6.72 | 45.18 | 8.07 |
| 1764 | -115.5 | -9.97 | 7.22 | 52.08 | 7.56 |
| 3271.8 | -175.89 | -10.90 | 7.83 | 61.24 | 9.46 |

$$Y_{reg} = a + (b*ti)$$

$$a = \bar{y} - (b * t_{(rata\ rata)})$$

$$b = \frac{((n * \sum(ti * y_i)) - (\sum y - \sum t))}{((n * \sum ti^2) - \sum t^2)}$$

Dari persamaan diatas didapat nilai a = 1.26 dan nilai b = -0.087. Maka didapat nilai Y_{reg} seperti pada tabel. Nilai residu (R) pada tabel didapatkan dari persamaan $(y_i - Y_{reg})$ dan nilai SSR = 158.50 yang didapatkan dari persamaan $[\sum R^2]$.

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = \sqrt{\frac{158.5}{3-2}} = 158.5$$

Dimana :

UA_2 : Ketidakpastian Regresi

n : Jumlah data

SSR : *Sum Square Residual*

Setelah UA_2 diketahui, selanjutnya dilakukan pencarian nilai UB_1 , U_c , dan k agar nilai U_{exp} didapat.

$$UB_1 = \frac{\frac{1}{2} \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} 1,00}{\sqrt{3}} = 0,289$$

$$U_c = \sqrt{(UA1^2 + UA2^2 + UB1^2)} = 158.5$$

$$U_{\text{expan}} = k \cdot U_c = 2,01 \cdot 158.5 = 318.6$$

Dimana:

UB_1 = Ketidakpastian Resolusi

U_c = Ketidakpastian Kombinasi

U_{expan} = Ketidakpastian Diperluas

4.1.2 Rancang Bangun Pengukuran Kelembaban

Kalibrasi sangat dibutuhkan karena setiap sensor mempunyai spesifikasi yang berbeda dan hal ini mempengaruhi hasil pembacaan. Tujuan kalibrasi agar mengetahui nilai penyimpangan hasil pembacaan antara sensor yang digunakan dengan alat ukur standart. Pada pengujian kalibrasi sensor ini menggunakan alat ukur meter dan *Soil Moisture* meter sebagai kalibratornya. Hasil pengujian ini merupakan kalibrasi dari sensor *Soil Moisture* dengan alat ukur *Soil Moisture* meter. Adapun perhitungan kalibrasi pada sensor dimulai dari mencari span sebagai berikut:

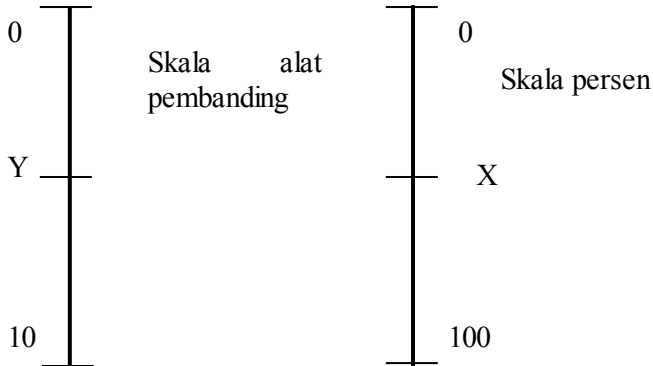
Span = nilai maximum pembacaan sensor – nilai minimum pembacaan sensor

Span = 100 % – 0%

Span = 100 %

Setelah mendapatkan hasil dari span(*range*) yaitu 100 %, kemudian mencari nilai akurasi dan presisi dari sensor. Kemudian dilakukan perhitungan kalibrasi dengan metode pemeriksaan skala. Untuk melakukan perbandingan atau kalibrasi menggunakan alat ukur pembanding dengan skala 1-10.

Sebelum membandingkan alat ukur yang mempunyai skala 1-10, *range* 1-10 ini di interpolasikan terlebih dahulu ke nilai 0-100 rumusnya sebagai berikut:



Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

Misalnya kan nilai y atau pembacaan alat 7,5 berapa persen ?

Jadi:

$$\frac{7.5}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 75\%$$

Nilai skala 7.5 sama dengan nilai 75%

Skala yang digunakan adalah 0.50, 3, 5, 7,5

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{0.5}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 5\%$$

$$\frac{3}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 30\%$$

$$\frac{3}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 50\%$$

Pertama adalah melakukan pemeriksaan skala dengan cara melakukan 5 kali pengambilan data di satu titik. Kemudian dihitung koreksi atau selisih antara pembacaan standart dengan pembacaan alat.

Tabel 4.4 Kalibrasi pemeriksaan skala

| No | Pembacaan Alat (%) | Pembacaan Standart (%) | Koreksi |
|----|--------------------|------------------------|---------|
| 1 | 51.2 | 50 | -1.2 |
| 2 | 50.3 | 50 | -0.3 |
| 3 | 50.39 | 50 | -0.39 |
| 4 | 50.26 | 50 | -0.26 |
| 5 | 50.21 | 50 | -0.21 |
| | | Jumlah | -2.36 |
| | | Rata-rata | -0.472 |

Kemudian dilakukan kalibrasi dengan metode pembacaan berulang yang mana dengan mengambil 10x pembacaan pada setiap titik pembacaan standart. Dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari nilai UA_1 (Ketidakpastian Pengukuran), UA_2 (Ketidakpastian Regresi), UB_1 (Ketidakpastian Resolusi), U_c (Ketidakpastian Cakupan), dan U_{expan} (Ketidakpastian diperluas). Selanjutnya dapat diketahui kelayakan pakai dari sensor dengan membandingkan nilai U_{expan} dengan range kelayakan pakai sebuah alat ukur

yaitu tidak kurang dari 2% pembacaan maksimum dan tidak lebih dari 5% pembacaan maksimum.

Tabel 4.5 Perhitungan Untuk Nilai UA1

Dilakukan pencarian nilai ketidakpastian (UA_1) dengan mencari nilai standar deviasi terlebih dahulu dengan rumus :

| No | Pembacaan Standar | Pembacaan Ke | | | | | | | | | | rata-rata | Koreksi |
|----|-------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1 | 0.5 | 0.34 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.23 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.246 | 0.254 |
| 2 | 3 | 3.13 | 3.18 | 3.23 | 2.85 | 3.08 | 3.03 | 3.09 | 3.11 | 2.94 | 3.04 | 3.068 | -0.068 |
| 3 | 5 | 5.15 | 5.13 | 4.8 | 5.08 | 5.02 | 5.24 | 5.1 | 5.21 | 5.17 | 5.13 | 5.103 | -0.103 |
| 4 | 8 | 7.91 | 7.82 | 7.81 | 7.8 | 7.7 | 7.89 | 7.83 | 7.85 | 8.14 | 7.95 | 7.87 | 0.13 |

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum y_i - y_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{21.20}{3}} = 2.659$$

$$UA_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2.659}{\sqrt{4}} = 1.535$$

Dimana :

σ = Standar Deviasi

n = banyak data

UA_1 = Ketidakpastian pengukuran

Derajat Kebebasan (V) = n-1

Derajat Kebebasan (V) = 7-1

Derajat Kebebasan (V) = 6

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai UA_2 . Untuk mencari nilai UA_2 membutuhkan nilai Y_{reg} dan nilai SSR. Mencari nilai Y_{reg} terlebih dahulu dilakukan pencarian nilai a dan b. Tabel berikut merupakan data untuk mencari nilai ketidakpastian pendekatan regresi atau UA_2 .

Tabel 4.6 Perhitungan Untuk Nilai UA2

| ti^2 | ti*yi | Yreg | SSR | Y2(Kuadrat) |
|------|--------|------|------|-------------|
| 25 | 12.7 | 2.48 | 0 | 6.45 |
| 900 | 0.93 | 0.32 | 0.09 | 0 |
| 2500 | -51.5 | -1.4 | 0.14 | 1.06 |
| 5625 | -277.5 | 3.56 | 0.02 | 13.69 |

Untuk mengetahui nilai Yreg dengan persamaan :

$$Y_{reg} = a + (b * t_i)$$

$$a = \bar{y} - (b * t_{rata\ rata})$$

$$b = \frac{((n * \sum (t_i * y_i)) - (\sum y - \sum t))}{((n * \sum t_i^2) - \sum t^2)}$$

Dari persamaan diatas didapat nilai a= 0,112 dan nilai b = - 0,01427. Maka didapat nilai Yreg seperti pada tabel. Nilai (R) Residu pada tabel didapatkan dari persamaan (yi – Yreg) dan nilai SSR = 0,08 yang didapatkan dari persamaan $[\sum R^2]$.

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = \sqrt{\frac{0.25}{3}} = 0.352$$

Dimana :

UA₂ = Ketidakpastian Regresi

n = Jumlah data

SSR = Sum Square Residual

Setelah diketahui UA₂, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai UB₁, Uc, dan k agar dapat diketahui nilai dari Uexp.

$$UB_1 = \frac{\frac{1}{2} Resolusi}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} 1,00}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$Uc = \sqrt{(UA_1^2 + UA_2^2 + UB_1^2)} = 1.575$$

$$U_{\text{expan}} = k \cdot U_c = 2,01 \cdot 0,323 = 2.690$$

Dimana:

UB_1 = Ketidakpastian Resolusi

U_c = Ketidakpastian Kombinasi

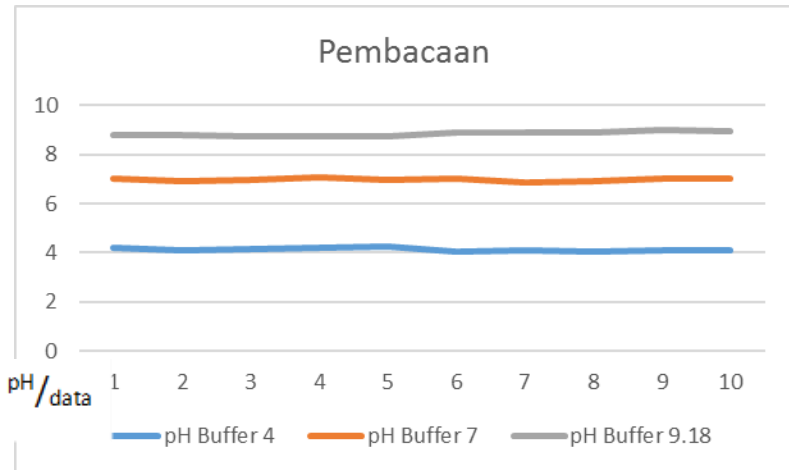
U_{expan} = Ketidakpastian Diperluas

4.1.3 Rancang Bangun Pengukuran pH

Setelah dilakukan perancangan alat, dilakukan pengujian alat. Pengujian pembacaan pH dilakukan dengan menggunakan larutan pH buffer 4,00 ; 7,00 dan 9,18. Pada setiap *buffer* diambil data sebanyak 10 data. Berikut ini data yang diperoleh dari pengujian alat, dan grafiknya pada Gambar 4.6.

Tabel 4.7 Data Pengujian Alat ukur pH

| No. | Pembacaan Alat | Pembacaan Standart | Koreksi |
|--------------------------|----------------|--------------------|---------|
| 1 | 7.01 | 7 | -0.01 |
| 2 | 6.93 | 7 | 0.07 |
| 3 | 6.95 | 7 | 0.05 |
| 4 | 7.07 | 7 | -0.07 |
| 5 | 6.98 | 7 | 0.02 |
| Jumlah | 34.94 | 35 | 0.06 |
| Rata-rata | 6.99 | 7.00 | 0.012 |
| Standart Deviasi Koreksi | | | 0.05 |



Gambar 4.2 Grafik Pembacaan Alat dengan pH Buffer

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa persamaan pengujian dari alat yang dibandingkan dengan pH buffer yang standar, dimana persamaan yang muncul akan dipakai dalam *programming* arduino. Persamaan grafik pengujian pH yaitu y sebagai nilai dari banyak pembacaan alat standar dan x merupakan nilai pembacaan alat. Persamaan tersebut menghasilkan data pembacaan alat pengukuran pH yang sudah mendekati dengan pembacaan pH buffer standar.

Langkah yang dilakukan adalah kalibrasi alat ukur. Yang digunakan sebagai kalibrator adalah *pH Buffer*. Berikut ini merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.8 Data Validasi

| No. | Pembacaan Standart (t) | Pembacaan Alat | | | | | | | | | | Rata-Rata Pemb. Alat (x) | Koreksi (y) |
|--------|------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1 | 4 | 4.19 | 4.11 | 4.16 | 4.19 | 4.24 | 4.05 | 4.08 | 4.05 | 4.11 | 4.11 | 4.13 | -0.13 |
| 2 | 7 | 7.01 | 6.93 | 6.95 | 7.07 | 6.98 | 7.01 | 6.87 | 6.93 | 7.01 | 7.01 | 6.98 | 0.02 |
| 3 | 9.18 | 8.77 | 8.77 | 8.72 | 8.75 | 8.72 | 8.88 | 8.9 | 8.91 | 8.99 | 8.96 | 8.84 | 0.34 |
| Jumlah | | | | | | | | | | | | 19.94 | 0.23 |

Berikut merupakan perhitungan ketidakpastian alat ukur berdasarkan tabel 4.3.

Nilai ketidakpastian tipe A :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n - 1}$$

Dimana :

$$\sigma = 0.2409$$

Sehingga nilai ketidakpastian tipe A adalah :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = 0.08$$

Sedangkan nilai ketidakpastian regresi U_{a2} adalah

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n - 2}}$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SR$ (*Square Residual*)

SR = R^2 (*Residu*)

Y_i (Nilai koreksi) = Pemb. standar (ti) – Pemb. alat (xi)

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i)$$

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y_i \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}; t_i = \text{Pemb. standar},$$

y_i = Nilai koreksi, n = Jumlah data

$$b = 0.01960$$

Sehingga nilai :

$$a = 0,47 + (0,01960 \times 20,80)$$

$$a = 0,059$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$Y_{reg} = (0,059) + (t_i \times 0,01960)$$

Yang menghasilkan nilai SSR = 4.84

$$U_{a2} = 0.13$$

Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar *tachometer* (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

$$U_c = 0.345767$$

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i}$$

$$V_{eff} = 3,40$$

hasil nilai ketidakpastian diperluas sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c$$

$$U_{exp} = 0.591$$

Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,591$. dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.

4.2 Pembahasan

Sistem monitoring temperatur dan kelembaban ini terdiri dari dua variabel yang diukur, yaitu temperatur dan kelembaban. Pengukuran temperatur dan kelembaban dilakukan oleh sensor YL-69 dan *thermocouple*. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 16 x 2 dan di-*interfacing* dengan *software visual basic* yang telah terhubung dengan *database MySQL*.

Prinsip kerjanya dari sistem pengendalian *relative humidity* yang pertama adalah *sensing element* yaitu pengukuran yang dilakukan oleh sensor *soil moisture* yang memberikan keluaran berupa *analog* kemudian pembacaan akan diproses oleh mikrokontroler., maka selanjutnya akan diproses oleh arduino mega sebagai *signal processing element*, dan keluaran dari arduino mega sudah menjadi *display* pada LCD dan *software interface*. Dari data yang telah didapatkan, diketahui bahwa ketidakpastian diperluas (U_{expand}) = 0,383. Hasil akhir dari pengukuran kelembaban ini, semisal didapat nilai 30%, maka ditulis ($30\% \pm 2,690\%$) Sedangkan untuk

ketidakpastian diperluas (*Uexpand*) alat ukur suhu, yaitu didapatkan nilai 3. Hasil akhir dari pengukuran RH ini, semisal alat ukur membaca 60% RH, maka ditulis ($60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$). Sama seperti halnya dengan alat ukur suhu, ketidakpastian alat ukur kelembaban ini dideproleh dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%.

Dari data yang telah terkumpul menunjukkan bahwa pada proses pembuatan pupuk kenaikan suhu bersangkutan dengan kenaikan kelembaban sehingga suhu dan kelembaban harus diatur dengan cara menyesuaikan suhu pupuk menggunakan fan dan pemberian air.

LAMPIRAN 1

Program Arduino untuk Suhu :

```
#include <max6675.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
// Thermocouple
//int thermo_gnd_pin = 6;
//int thermo_vcc_pin = 5;
int thermo_so_pin = 4;
int thermo_cs_pin = 3;
int thermo_sck_pin = 2;
// Aktuator
int relay_fan = 7;
int relay_sv = 6;

MAX6675 thermocouple(thermo_sck_pin, thermo_cs_pin,
thermo_so_pin);

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(relay_fan, OUTPUT);
  pinMode(relay_sv, OUTPUT);
  //pinMode(thermo_vcc_pin, OUTPUT);
  //pinMode(thermo_gnd_pin, OUTPUT);
  //digitalWrite(thermo_vcc_pin, HIGH);
  //digitalWrite(thermo_gnd_pin, LOW);
}

void loop() {
  //Serial.print("Temp: ");
```



```

Serial.println(thermocouple.readCelsius());
//Serial.print("|");
delay(1000);

lcd.print(thermocouple.readCelsius());
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Suhu=");
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print("C");

if (thermocouple.readCelsius() <= 35)
{
    digitalWrite(relay_fan, HIGH);
    digitalWrite(relay_sv, LOW);
}
if      (thermocouple.readCelsius()      >37      &&
thermocouple.readCelsius ()<55)
{digitalWrite (relay_fan,HIGH);
digitalWrite (relay_sv, HIGH);}
else if (thermocouple.readCelsius() >= 55)
{
    digitalWrite(relay_fan, LOW);
    digitalWrite(relay_sv, HIGH);
}

}

```

LAMPIRAN 2

Program arduino untuk kelembaban tanah :

```
#define fan 9
#define pompa 8
float x;
float voltage;
float Rh;
int Rhmin=40;
int Rhmax=60;
unsigned long int avgValue;
int buf[10],temp;
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7,6,5,4,3,2);
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    pinMode(fan,OUTPUT);
    pinMode(pompa,OUTPUT);
    lcd.begin(16,2);
}

void loop() {
    x=analogRead(A0);
    voltage=10-(analogRead(A0)*0.004882)*2;
    //voltage=(float)avgValue*0.0048;
    Rh=voltage*10;

    if(Rh < Rhmin){
        digitalWrite(pompa,LOW);
        digitalWrite(fan,HIGH);
```

```
}  
if(Rh >Rhmin && Rh <Rhmax){  
    digitalWrite (pompa, HIGH);  
    digitalWrite(fan, HIGH);}   
  
if(Rh > Rhmax){  
    digitalWrite(pompa,HIGH);  
    digitalWrite(fan,LOW);  
  
    }  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(Rh);  
  
Serial.print(Rh,1);  
Serial.println("|");  
delay(1000);  
}
```

LAMPIRAN 3

Program di Visual Studio 2015:

- Untuk Form Log In / Form1(memilih monitoring yang akan ditampilkan)

```
Public Class Form1

    Private Sub LOGIN_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles LOGIN.Click
        log_sub()
    End Sub

    Sub log_sub()
        If USERNAME.Text = "suhu" And PASSWORD.Text = "lol" Then
            MsgBox("SUCCESS!!! Please Wait.....",
                MsgBoxStyle.Information, "LOGIN")
            Form2.Show()
        ElseIf USERNAME.Text = "rh" And PASSWORD.Text = "lol" Then
            MsgBox("SUCCESS!!! Please Wait.....",
                MsgBoxStyle.Information, "LOGIN")
            Form3.Show()
        ElseIf USERNAME.Text = "allofit" And PASSWORD.Text = "lol" Then
            MsgBox("SUCCESS!!! Please Wait.....",
                MsgBoxStyle.Information, "LOGIN")
            Form2.Show()
            Form3.Show()
        ElseIf USERNAME.Text = "" Or PASSWORD.Text = "" Then
            MsgBox("INPUT USERNAME OR PASSWORD")
        Else
            MsgBox("WRONG USER NAME OR PASSWORD")
        End If
    End Sub
```

```
Private Sub USERNAME_TextChanged(sender As  
Object, e As EventArgs) Handles USERNAME.TextChanged  
  
End Sub  
End Class
```

LAMPIRAN 4

Program Visual Studio 2015 untuk tampilan monitoring Suhu

```
Imports MySql.Data
Imports MySql.Data.MySqlClient

Public Class Form2
    Private sqlConn As MySqlConnection 'variabel koneksi
    Private sqlComm As MySqlCommand
    Private timeSampling As Integer
    Private ss, mm, sst, mmt As Integer
    Private timeSamplingList As String()
    Public ii, hitMnt As Integer
    Public listPort As String()
    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
        For i As Integer = 1 To 5 'loop untuk isi combobox
            ReDim Preserve timeSamplingList(i - 1)
            timeSamplingList(i - 1) = i.ToString
        Next
        ComboBox2.Items.AddRange(timeSamplingList)
        timeSampling = 0
        sqlConn = New MySqlConnection
        sqlConn.ConnectionString = "server=127.0.0.1;database=ta;uid=root;pwd=;"
        Try
            sqlConn.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try

        If Not SerialPort1.IsOpen Then
            Button1.Text = "Connect"
        End If

        GetPorts()
```

```

        ii = 0
    Try
        ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
    Catch ex As Exception
        ComboBox1.Items.Clear()
    End Try
End Sub
Sub GetPorts()
    ComboBox1.Items.Clear()
    Dim i As Integer = 0
    For Each portAvailable As String In
My.Computer.Ports.SerialPortNames
        ReDim Preserve listPort(i)
        listPort(i) = portAvailable
        i += 1
    Next
End Sub
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Button1.Click
    If SerialPort1.IsOpen Then
        SerialPort1.Close()
        If Not SerialPort1.IsOpen Then
            Button1.Text = "Connect"
        End If
    Else
        Try
            SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
            SerialPort1.BaudRate = 9600
            SerialPort1.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
        If SerialPort1.IsOpen Then
            MsgBox("Success")
            timeSampling = CInt(ComboBox2.Text)
'nentuin timesampling
            Button1.Text = "Disconnect"
            sst = CInt(Now.ToString("ss"))
            mmt = CInt(Now.ToString("mm"))
        End If
    End If

```

```

        End If
    End Sub
    Private Sub ComboBox1_click(sender As Object, e
As EventArgs) Handles ComboBox1.Click
        GetPorts()
        Try
            ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
        Catch ex As Exception
            ComboBox1.Items.Clear()
        End Try
    End Sub
    Private Sub SerialPort1_DataReceived(sender As
Object, e As IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs)
Handles SerialPort1.DataReceived
        Dim dataIn As String = SerialPort1.ReadLine
        Me.Invoke(New myDelegate(AddressOf olahData),
dataIn)
    End Sub
    Delegate Sub myDelegate(ByVal [data] As String)
    Sub olahData(ByVal datamasuk As String)
        mm = CInt(Now.ToString("mm"))
        ss = CInt(Now.ToString("ss"))
        'delay time sampling
        If mm <> mmt And (ss > sst - 5 And ss < sst +
5) Then 'range input data diantara 5sekon
            mmt = mm
            hitMnt += 1
            If hitMnt = timeSampling Then
                hitMnt = 0
                Try
                    Dim c2dbl As Double =
Val(datamasuk) 'memastikan variable ke double
                    simpan(c2dbl.ToString)
                Catch ex As Exception
                End Try
            End If
        End If
        'Dim pisah As String() = datamasuk.Split("|")
        ii += 1
    End Sub

```



```

        RichTextBox1.AppendText(ii.ToString + " " +
Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm") + " " + datamasuk +
"" + vbNewLine)
        RichTextBox1.ScrollToCaret()

Chart1.Series("SUHU").Points.AddXY(Now.ToString("HH:
mm"), Val(datamasuk(0)))
        AGauge1.Value = Val(datamasuk(0))
    End Sub
    Sub simpan(ByVal datamasuk As String)
        sqlComm = New MySqlCommand 'command baru
    Try
        With sqlComm
            .Connection = sqlConn
            .CommandText = "INSERT INTO
`suhu`(`no`, `suhu`, `waktu`) VALUES (''," +
datamasuk + "',' ' + Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm")
+ "')" 'instruksi tambah data
            .ExecuteNonQuery()
        End With
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub
End Class

```

LAMPIRAN 5

Program Visual Studio 2015 untuk monitoring Kelembaban

```
Imports MySql.Data
Imports MySql.Data.MySqlClient
Public Class Form3
    Private sqlConn As MySqlConnection 'variabel
koneksi
    Private sqlComm As MySqlCommand
    Private timeSampling As Integer
    Private ss, mm, sst, mmt As Integer
    Private timeSamplingList As String()
    Public ii, hitMnt, hitdtk As Integer
    Public listPort As String()
    Private pewaktu As Integer

    Private erha, temperaturC As Double

    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As
EventArgs) Handles MyBase.Load
        For i As Integer = 1 To 5 'loop untuk isi
combobox
            ReDim Preserve timeSamplingList(i - 1)
            timeSamplingList(i - 1) = i.ToString
        Next
        ComboBox2.Items.AddRange(timeSamplingList)
        timeSampling = 0
        sqlConn = New MySqlConnection
        sqlConn.ConnectionString =
"server=127.0.0.1;database=ta;uid=root;pwd=;"
        Try
            sqlConn.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try

        If Not SerialPort1.IsOpen Then
            Button1.Text = "Connect"
```

```

End If

GetPorts()
ii = 0
Try
    ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
Catch ex As Exception
    ComboBox1.Items.Clear()
End Try
Timer1.Interval = 500
Timer1.Stop()

End Sub
Sub GetPorts()
    ComboBox1.Items.Clear()
    Dim i As Integer = 0
    For Each portAvailable As String In
My.Computer.Ports.SerialPortNames
        ReDim Preserve listPort(i)
        listPort(i) = portAvailable
        i += 1
    Next
End Sub
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Button1.Click
    If SerialPort1.IsOpen Then
        SerialPort1.Close()
        If Not SerialPort1.IsOpen Then
            Button1.Text = "Connect"
            'hitdtk = 0
            Timer1.Stop()
        End If
    Else
        Try
            SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
            SerialPort1.BaudRate = 9600
            SerialPort1.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
    End If
End Sub

```

```

        If SerialPort1.IsOpen Then
            MsgBox("Success")

            pewaktu = CInt(ComboBox2.Text) * 60
            hitdtk = 0
            Timer1.Start()

            timeSampling = CInt(ComboBox2.Text)
'nentuin timesampling
            Button1.Text = "Disconnect"
            sst = CInt(Now.ToString("ss"))
            ss = sst
            'mmt = CInt(Now.ToString("mm"))
        End If
    End If
End Sub
Private Sub ComboBox1_click(sender As Object, e
As EventArgs) Handles ComboBox1.Click
    GetPorts()
    Try
        ComboBox1.Items.AddRange(listPort)
    Catch ex As Exception
        ComboBox1.Items.Clear()
    End Try
End Sub
Private Sub SerialPort1_DataReceived(sender As
Object, e As IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs)
Handles SerialPort1.DataReceived
    Dim dataIn As String = SerialPort1.ReadLine
    Me.Invoke(New myDelegate(AddressOf olahData),
dataIn)
End Sub
Delegate Sub myDelegate(ByVal [data] As String)
Sub olahData(ByVal datamasuk As String)

    Dim pisah As String() = datamasuk.Split("|")
    erha = Val(pisah(0))
    ii += 1

```

```

        RichTextBox1.AppendText(ii.ToString + " " +
Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm") + " " + erha.ToString
+ " " + temperaturC.ToString + " " + vbCrLf)
        RichTextBox1.ScrollToCaret()

```

```

Try

```

```

Chart1.Series("RH").Points.AddXY(Now.ToString("HH:mm
"), erha)

```

```

    AGauge1.Value = Val(erha)

```

```

Catch ex As Exception

```

```

    MsgBox(ex.Message)

```

```

End Try

```

```

' End If

```

```

End Sub

```

```

Sub simpan(ByVal datamasuk As String)

```

```

    sqlComm = New MySqlCommand 'command baru

```

```

Try

```

```

    With sqlComm

```

```

        .Connection = sqlConn

```

```

        .CommandText = datamasuk 'instruksi

```

```

tambah data

```

```

        .ExecuteNonQuery()

```

```

    End With

```

```

Catch ex As Exception

```

```

    MsgBox(ex.Message)

```

```

End Try

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Timer1.Tick

```

```

    ss = CInt(Now.ToString("ss"))

```

```

    If ss <> sst Then

```

```

        sst = ss

```

```

        hitdtk += 1

```

```

        Label3.Text = hitdtk.ToString

```

```

    End If

```

```
        If hitdtk = pewaktu Then
            simpan("INSERT INTO `rh`(`no`, `rh`,
`waktu`) VALUES ('', '' + erha.ToString + '', '' +
Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm") + '')")
            hitdtk = 0
        End If
    End Sub
End Class
```

LAMPIRAN 6

Datasheet MAX6675

12-0006, Rev 1, 2/05

MAXIM**Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 0.5°Cs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

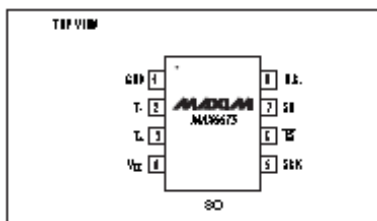
- ◆ Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

Ordering Information

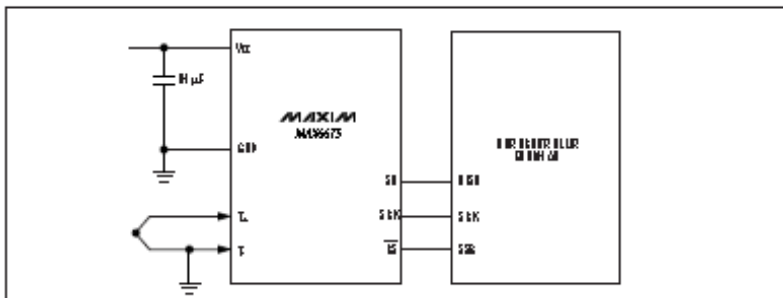
| PART | TEMP RANGE | PIN/AC PACKAGE |
|------------|-----------------|----------------|
| MAX6675 BA | -20°C to +125°C | 28 SO |

Applications

Industrial
Applications
HVAC
Automotive

Pin Configuration

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct® at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX6675

LAMPIRAN 7

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

const int chipSelect = 4;
int ph_pin = A15; //This is the pin number connected to Po

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
  }
  Serial.print("Initializing SD card...");
  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    return;
  }
  Serial.println("card initialized.");
}

void loop(){
  //pH BROOO
  int measure = analogRead(ph_pin);
  double voltage = 5 / 1024.0 * measure; //classic digital to
  voltage conversion

  // PH_probe = ph7 - ((voltage@PH7 - voltage@probe) /
  PH_Callibrate)
  float Po = 7 + ((2.5 - voltage) / 0.591);
```



```
File dataFile = SD.open("pH_coyV2.txt", FILE_WRITE);

if (dataFile) {
  dataFile.println(Po); //ke sdcard
  dataFile.close();
  Serial.print(Po, 2); //Ke Visual studio 2k15
  Serial.println("|");
  delay(1000);
}
else {
  Serial.println("error opening datalog.txt"); //bila error
}
}}
```

LAMPIRAN 8

Soil Moisture YL-69



Figure 2.5 YL-69 Sensor

YL-69 soil moisture sensor has the following specifications: [7]

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Vcc power supply | 3.3V or 5V |
| Current | 35mA |
| Signal output voltage | 0-4.2V |
| Digital Outputs | 0 or 1 |
| Analog | Resistance (Ω) |
| Panel Dimension | 3.0cm by 1.6cm |
| Probe Dimension | 6.0cm by 3.0cm |
| GND | Connected to ground |

The sensor comes with a small PCB board fitted with LM393 comparator chip and a digital potentiometer.



2.2 LM 393 Comparator


MOTOROLA
**LM393, LM393A,
LM293, LM2903,
LM2903V**

Low Offset Voltage Dual Comparators

The LM393 series are dual independent precision voltage comparators capable of single or split supply operation. These devices are designed to permit a common mode range-to-ground level with single supply operation. Input offset voltage specifications as low as 2.0 mV make this device an excellent selection for many applications in consumer automotive, and industrial electronics.

- Wide Single-Supply Range: 2.0 Vdc to 36 Vdc
- Split-Supply Range: ± 1.0 Vdc to ± 18 Vdc
- Very Low Current Drain Independent of Supply Voltage: 0.4 mA
- Low Input Bias Current: 25 nA
- Low Input Offset Current: 5.0 nA
- Low Input Offset Voltage: 2.0 mV (max) LM393A
5.0 mV (max) LM293/393
- Input Common Mode Range to Ground Level
- Differential Input Voltage Range Equal to Power Supply Voltage
- Output Voltage Compatible with DTL, ECL, TTL, MOS, and CMOS Logic Levels
- ESD Clamps on the Inputs Increase the Ruggedness of the Device without Affecting Performance

**SINGLE SUPPLY, LOW POWER
DUAL COMPARATORS**
**SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA**

**N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626**


MAXIMUM RATINGS

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|--|--------------------------------------|--|-----------------|
| Power Supply Voltage | V _{CC} | +36 or ±18 | V _{dc} |
| Input Differential Voltage Range | V _{IDR} | 36 | V _{dc} |
| Input Common Mode Voltage Range | V _{ICR} | −0.3 to +36 | V _{dc} |
| Output Short Circuit-to-Ground Output Sink Current (Note 1) | I _{SC} I _{Sink} | Continuous 20 | mA |
| Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C | P _D 1/R _{θJA} | 570 5.7 | mW mW/°C |
| Operating Ambient Temperature Range LM293 LM393, 393A LM2903 LM2903V | T _A | −25 to +85 0 to +70 −40 to +105 −40 to +125 | °C |
| Maximum Operating Junction Temperature LM393, 393A, 2903, LM2903V LM293 | T _{J(max)} | 125 150 | °C |
| Storage Temperature Range | T _{stg} | −65 to +150 | °C |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0$ Vdc, $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$,* unless otherwise noted.)

| Characteristic | Symbol | LM393A | | | Unit |
|--|------------|--------|----------------|----------------------------------|---------------|
| | | Min | Typ | Max | |
| Input Offset Voltage (Note 2) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{IO} | – – | ± 1.0 – | ± 2.0 4.0 | mV |
| Input Offset Current $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | I_{IO} | – – | ± 50 – | ± 50 ± 150 | nA |
| Input Bias Current (Note 3) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | I_{IB} | – – | 25 – | 250 400 | nA |
| Input Common Mode Voltage Range (Note 4) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{ICR} | 0 0 | – – | $V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 2.0$ | V |
| Voltage Gain $R_L \geq 15$ k Ω , $V_{CC} = 15$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | A_{VOL} | 50 | 200 | – | V/mV |
| Large Signal Response Time $V_{in} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{ref} = 1.4$ Vdc $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | – | 300 | – | ns |
| Response Time (Note 5) $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | t_{TLH} | – | 1.3 | – | μs |
| Input Differential Voltage (Note 6) All $V_{in} \geq \text{Gnd}$ or V_- Supply (if used) | V_{ID} | – | – | V_{CC} | V |
| Output Sink Current $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$ Vdc, $V_O \leq 1.5$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | I_{Sink} | 6.0 | 16 | – | mA |
| Output Saturation Voltage $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$ Vdc, $I_{Sink} \leq 4.0$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{OL} | – – | 150 – | 400 700 | mV |

LAMPIRAN 9

Cold-Junction Compensation

MAX6675 dibentuk dari kompensasi cold-junction yang outputnya didigitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. data output memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroller secara umum. Data dapat dibaca dengan mengkonversi hasil pembacaan 12-bit data.

Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperature di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari 0°C sampai +1023,75°C. MAX6675 memiliki bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85°C. Pada saat bagian *cold end* MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperature pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperature ambient dengan kompensasi *cold-junction*. Device mengkonversi temperature ambient yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperature diode. Untuk dapat melakukan pengukuran actual, MAX6675 mengukur tegangan dari output termokopel dan tegangan dari sensing diode.

Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian *cold-junction* dan MAX6675 memiliki temperature yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian sistem monitoring temperatur dan kelembaban pada *Fertilizer maker* dapat disimpulkan, yaitu :

- a. Sistem monitoring temperatur memiliki nilai ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar ± 3 dengan tingkat kepercayaan 95%. Sistem monitoring kelembaban memiliki nilai ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar $\pm 2,690$ dengan tingkat kepercayaan 95%. Sistem monitoring pH memiliki nilai ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar $\pm 0,591$ dengan tingkat kepercayaan 95%.
- b. Hasil dari monitoring temperatur dan kelembaban menyatakan bahwa dapat menghasilkan pupuk dengan kualitas yang baik dengan memperhatikan aspek pH, temperatur dan kelembaban yang telah sesuai dengan standar yang berlaku.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian sistem monitoring temperatur dan kelembaban pada *Fertilizer maker* ini adalah sebagai berikut :

- a. Penempatan sensor kelembaban dan pH harus diperbaiki dikarenakan peletakannya kurang rapat
- b. Pembuatan mekanik untuk alat fertilizer maker dapat diperbaiki dengan memperkuat kaki-kakinya

DAFTAR PUSTAKA

- MELATI, H. P. (2014). *TEKNOLOGI PEMBUATAN PUPUK ORGANIK*. Reuleut: UNIVERSITAS MALIKUSSALEH.
- Bagus, T. P. (2012). *Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Tanaman*. Sukabumi.
- Bentley, J. P. (2005). *Principles of Measurement System* (4nd ed.). Essex, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Firmansyah, O. A.. *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN AKUISISI DATA RPM FAN, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA DUCTING AIR CONDITIONING LABORATORY UNIT PA HILTON A575*. Surabaya: ITS.
- Laboratorium Pengukuran Fisis. (2014). *Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi*. Surabaya: ITS.
- Tirto, K. (2013). *Dampak dan Pengaruh Kelembaban Terhadap Tanaman dan Nutrisi*. Bogor.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Surabaya, 10 Mei 1995. Diberi nama terbaik dari kedua orang tua, yaitu Riyo Srisantoso Wardoyo. Bapak bernama Bagus Sriwadoyo (Alm), Ibu bernama Sundari dan mempunyai satu orang kakak kandung yang bernama Rizky Srisubagyo Wardoyo. Alamat asli rumah di Surabaya terdapat pada Jl. Gubeng Airlangga V nomor 12C Kecamatan Gubeng Kelurahan Airlangga Surabaya .

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar pada tahun 2007 di SD GIKI II, pada tahun 2010 penulis menamatkan SMP N 8 Surabaya dan pada tahun 2013 penulis menamatkan sekolah menengah di SMA Negeri 20 Surabaya. Penulis mempunyai minat terhadap bidang organisasi dan manajerial. Dari semenjak dibangku SMP hingga sekarang dibangku kuliah, penulis masih aktif menggeluti bidang organisasi dan manajerial.. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING pH, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER*”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email donsuzizonboard@gmail.com.